

УДК 631.95 : 022.027

БІОРІЗНОМАНІТТЯ ГЕРПЕТОБІОНТІВ ЗА ДІЇ ҐРУНТОВИХ ГЕРБІЦИДІВ

С.О. Мазур
науковий співробітникІнститут агроєкології і природокористування НААН
(Україна, м. Київ; e-mail: mazurlana@i.ua)

Одним з напрямків сучасного біомоніторингу агроєкосистем є пошук нових підходів і певних біомаркерів стану екосистеми і окремих популяцій, що входять до її складу. Життєздатність популяцій, як інтегральний показник їх стану — надійний біомаркер, що дає уявлення про подальшу долю популяції і виду в цілому. Крім того, життєздатність як кількісний показник рівня виживання популяції видається рефлексорними нормами відповідних реакцій організму на зміни в навколишньому середовищі. Вплив різноманітних хімічних речовин, що утворилися внаслідок господарської діяльності людини на рівні популяції та біоценозу, а також межа толерантності всіх видів та екологічних систем, наразі є маловивченими, тому необхідно провести глибокі дослідження, щоб оцінити вплив і забезпечити фундаментальне ефективне спостереження за якістю навколишнього природного середовища.

Наведено інтегральні показники угруповань герпетобіонтів за умов використання ґрунтових гербіцидів та доведено, що їх застосування створює селективні умови та призводить до зменшення кількості видів різних таксономічних груп. Встановлено, що ентомокомплекси польових екосистем, навантажені ґрунтовими гербіцидами, характеризуються збідненним рівнем видового різноманіття, полідомінантності і вирівненості за чисельністю, порівняно з природними біотопами.

Ключові слова: комахи-герпетобіонти, агроландшафт, біорізноманіття, гербіциди, екотоп, ентомокомплекс.

.....

Постановка проблеми. Зважаючи на підвищення ступеня індустріалізації та інтенсифікації сільського господарства, шляхом використання високих доз мінеральних добрив, засобів хімічного захисту рослин, інтенсивних сівозмін, насичених зерновими і технічними культурами, в останні десятиліття різко зросла проблема забруднення ґрунтів та як наслідок накопичення забруднювальних речовин у продуктах харчування.

Забруднення ґрунту призводить до зниження родючості, зміни його структури, порушення балансу між флорою і фауною, забруднення сільськогосподарських культур.

Традиційний підхід до оцінки забруднення ґрунтів, на основі аналізу концентрацій забруднювальних речовин у ґрунті та порівняння з гранично допустимими концентраціями, не забезпечує повної інформативності шкідливого впливу на біоту через нехтування кількома суттєвими аспектами, серед яких: токсичність хімічних речовин, які не включені до традиційних забруднювальних речовин; їх інтерактивні ефекти (синергізм і антагонізмів) на біоту та біодоступність.

З огляду на це, важко змодельовати забруднення ґрунту на підставі загальної концентрації і, власне, їх властивостей, тому оптимальними показниками цих складних ефектів

є самі організми, а саме реакція організму на забруднювальні речовини (Kammenga, 2000).

Отже, реакція ґрунтових безхребетних є одним з найкращих показників хімічного забруднення, завдяки безпосередньому контакту з ґрунтом унаслідок не тільки трофічних, але й топічних зв'язків (Kammenga et al, 2000).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним з напрямків сучасного біомоніторингу агроєкосистем є пошук нових підходів і відповідних біомаркерів стану екосистеми і окремих популяцій, що входять до її складу. Життєздатність популяцій як інтегральний показник їх стану — надійний біомаркер, що дає уявлення про подальшу долю популяції і виду загалом. Крім того, життєздатність як кількісний показник рівня виживання популяції проявляється рефлексорними нормами відповідних реакцій організму на зміни в навколишньому природному середовищі [1].

Вплив різноманітних хімічних речовин, як наслідок діяльності людини, на рівні популяції та біоценозу, а також межа толерантності всіх видів та екологічних систем наразі є маловивченими, тому необхідно провести глибокі дослідження, щоб оцінити вплив і забезпечити фундаментальне ефективне спостереження за якістю довкілля.

Біорізноманіття забезпечує стабільність і продуктивність екосистем [2], а кількість та щільність заселення екологічних ніш обумовлює ступінь використання їх ресурсів. Конкуренція за ресурси між видами сприяє ефективнішому природному добору, що підтримує фізіологічний стан популяцій [3]. Серед тварин, що швидко й адекватно реагують на зміну екологічного стану навколишнього природного середовища, особливу групу становлять комахи-герпетобіоти [4].

Герпетобіоти — це комахи, що пересуваються на поверхні ґрунту. Актуальність вивчення комах цієї життєвої форми обумовлено екологічними функціями, які вони виконують у біогеоценозах, їх чутливістю до зміни біоценотичних режимів, маловивченістю їх екології в агроландшафтах. Комахи заселяють майже всі сфери планети, у наземних екосистемах їм належить основна роль у кругообігу речовини, енергії та інформації, що забезпечує екологічну стабільність агроекосистем. Проте досі ентомофауну агроландшафтів України не каталогізована, що унеможливорює екологічне обґрунтування заходів з її збереження та відтворення [5, 6].

У науковій літературі існує значна кількість даних про зміну параметрів популяцій комах в антропогенно трансформованих екосистемах [7]. Відомо, що вони широко використовуються як біоіндикаційні об'єкти тестування нецільових ефектів пестицидів [8–10].

Комахи, дійсно, є перспективною групою тварин для біоіндикаційних досліджень. Вони відрізняються видовим та екологічним різноманіттям, різною стійкістю до антропогенних впливів та індивідуальними реакціями на них [11–13].

Дослідження поведінкових особливостей герпетобіотів вказують на зміну трофічних та топічних зв'язків та активну міграцію цих організмів за впливу на них ґрунтових гербіцидів. Відомо, що дорослі особини не повертаються до оброблених гербіцидом полів близько 28 діб після застосування, а отже низькі показники хижацтва можуть призводити до масового розмноження шкідників на полях, що приводить до більш раннього та тривалого періоду використання хімічних засобів захисту інсектицидного напрямку [14].

Метою дослідження є встановити вплив ґрунтових гербіцидів на різноманіття та чисельність ґрунтових гербіотів.

Матеріали та методи. Дослідження фауни безхребетних, на прикладі герпетобіотів, у агрофітоценозах соняшнику гібрида Сонячний настрій та сої сорту Легенда, а також в біогеоценозах різнотравних степових балок

проводили загальноприйнятим методом: ґрунтові пастки Барбера без фіксатора (пластикові ємності об'ємом 0,5 л із вхідним отвором 72 мм), закладали по 10 штук в одному варіанті, розміщували їх лінійно на відстані 10 м одна від одної. Приваблюючою речовиною слугував 4% розчин яблучного оцту. Спостереження проводили впродовж усього періоду вегетації на дослідному полі відділу агроєкології і біобезпеки ІАП НААН (Вінницька обл.); ґрунт — чорнозем типовий з умістом гумусу — 4,2%, гідролізованого азоту — 125 мг/кг, рухомого фосфору — 230, обмінного калію — 75 мг/кг ґрунту, рН сольової витяжки — 6,6. Досліджувані чинники — вплив ґрунтових гербіцидів.

Матеріал відбирали кожні 7–10 днів та фіксували згідно із загальноприйнятими методиками. Визначення більшості герпетобіотів проводили за роботами О.Л. Крижанівського.

Для інтегральної характеристики угруповань живих організмів використовували параметри видового розмаїття — індекс Шеннона. Для чисельної оцінки видового багатства угруповання — індекс Маргалєфа. Кількісну характеристику співвідношення між чисельністю різних видів визначали за допомогою індексу домінування Сімпсона. Рівномірність видового розподілу, що також відбиває ступінь різноманіття угруповання, визначали за допомогою індексу вирівненості за Пієлом.

Отримані дані результатів аналізів обробляли методами описової (варіаційної) статистики, дисперсійного та факторного аналізу з використанням програм MS Excel 10.0 та STATISTICA.

Викладення основного матеріалу дослідження. Застосування низки індексів біорізноманіття для аналізу герпетобіотів надає змогу одержати інформацію про різні аспекти структури угруповання. Це особливо актуально з огляду на складний та розтягнений у часі характер токсичного впливу на угруповання, і для всебічної діагностики цього впливу необхідним є множинний підхід із застосуванням індикативних показників, роль яких є визначальною. Відповідно до теорії альтернативного різноманіття І.Г. Смелянова [15], між вирівняностями розподілу гербіцидів, як важливого чинника навколишнього природного середовища, та структури угруповання герпетобіотів існує зв'язок. Цей зв'язок, як і передбачає теорія, має зворотний (альтернативний) характер.

Отримані дані свідчать, що найсприятливіші екологічні умови існування комах-герпетобіотів спостерігаються в природних екосистемах (рис. 1). Необхідно наголосити, що посіви сої та соняшнику, згідно з індикативними показниками, збіднюють видове ентомологічне

різноманіття герпетобіонтів Coleoptera, Hemiptera, Orthoptera (рис. 2). Тенденція до збільшення посівних площ сої та соняшнику в Україні спричиняє екологічну загрозу біорізноманіттю.

За результатами фауністичних досліджень встановлено, що ймовірність реєстрації видів в угрупованні (індекс Шеннона) за впливу пестицидів значно зменшилася порівняно з природною екосистемою. Це свідчить про зменшення кількості особин різних видів герпетобіонтів. Особливо вплив помітний на тлі застосування препарату Примекстра Голд на посівах сої та Дуал Голд — на соняшнику (табл. 1).

Відомо, що індекс Шеннона менше демонструє рідкісні види, ніж чисельні. Тому у досліджених угрупованнях із відносно значною кількістю одного виду значення індексу Шеннона істотно зменшується, а показники домінування — збільшуються.

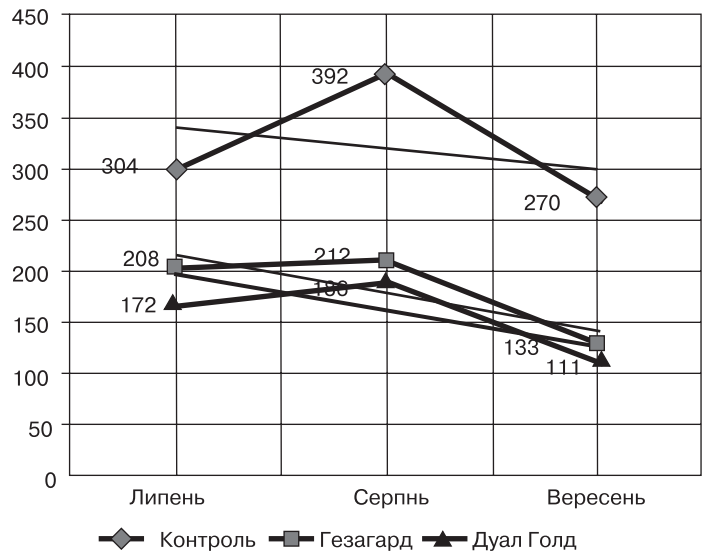


Рис. 1. Вплив ґрунтових гербіцидів на чисельність ґрунтових герпетобіонтів у агроценозах соняшнику, од.

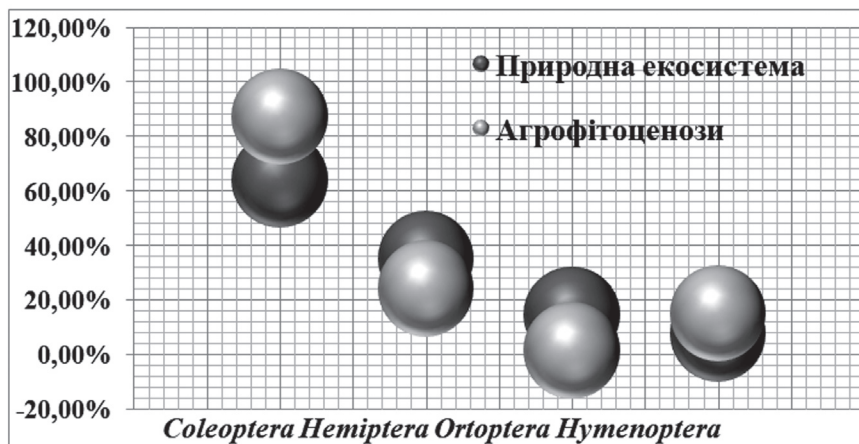


Рис. 2. Поширення домінуючих представників герпетобіонтів у природній екосистемі та агроекосистемах соняшнику і сої

Таблиця 1

Індекси різноманіття герпетобіонтів у посівах сої за впливу ґрунтових гербіцидів

Варіант	Індекс Шеннона	Індекс Маргалефа	Індекс домінування Сімпсона	Індекс вирівняності Пієлу
Природна екосистема	3,31	9,51	0,30	0,53
Контроль	2,04	5,48	0,68	0,82
Фабіан	1,99	3,05	0,72	0,79
Примекстра Голд	1,86	3,01	0,69	0,72
Гезагард	1,83	3,02	0,71	0,75
Дуал Голд	1,92	3,07	0,72	0,73

Установлена нами залежність зміни вказаних вище показників структури агрокомплексів від виду гербіциду підтверджує результати досліджень [16] щодо щільно скорельованого видового багатства, індексу Шеннона та індексу вирівняності.

Згідно з розрахованим індексом Маргалєфа, кількість видів за застосування гербіцидів зменшилася втричі порівняно з природною екосистемою. Так, чисельність особин стійких видів залишилась сталою. Такий показник свідчить про токсичний вплив гербіцидів на герпетобіотів, а отже, застосування вказаних препаратів спричиняє порушення рівноваги і конкуренції в екосистемі.

Як свідчать результати досліджень, відношення величини ступенів свободи внутрішньовидових взаємодій до загальної величини ступенів свободи внутрішніх елементів екосистеми, що забезпечують її єдність і функціонування (індекс Сімпсона), збільшилось відносно природної екосистеми вдвічі. Таке значення свідчить про зменшення конкуренції на досліджуваній ділянці.

Під час біоіндикації забруднення ґрунту застосування індексу Сімпсона дає змогу встановити вплив на видове різноманіття герпетобіотів чинників, які неможливо виявити за застосування інших синекологічних показників у регресійному аналізі.

Значення показника Пієлу зросло відносно природної екосистеми, що свідчить про збільшення рівномірності видового розподілу. Тобто значення видового багатства зменшилось за сталості таксономічного різноманіття.

Висновки. Зважаючи на всі наведені показники слід наголосити, що застосування гербіцидів створює селективні умови для герпетобіотів і призводить до зменшення кількості видів різних таксономічних груп. Окрім того, загальна кількість герпетобіотів помітно зменшується.

Встановлено, що ентомокомплекси польових екосистем, навантажені ґрунтовими гербіцидами, характеризуються збідненим рівнем видового різноманіття, полідомінантності і вирівненості за чисельністю порівняно з природними біотопами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Злотин А.З., Маркина Т.Ю., Исиченко Н.В. Новые подходы к мониторингу состояния популяций насекомых в экосистемах // Український ентомологічний журнал. 2014. № 1 (8). С. 63–768.
2. Черников В.А., Черкес А.И. Агроэкология. М.: Колос, 2000. 536 с.
3. Лобков В.Т. Биоразнообразие в агроэкосистемах как фактор оптимизации биологической активности почвы // Почвоведение. 1999. № 6. С. 732–737.
4. Пучков О.В. Жуки-сапрофаги (Insecta: Coleoptera) Агроценозів України // Збірник наукових праць Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди. 2009. № 11. С. 81–88.
5. Сюткіна Н.Г., Лісовий М.М. Сучасний стан ентомофауни герпетобіотів в агроландшафтах центрального Лісостепу // Вісник аграрної науки. 2013. С. 31–33.
6. Лісовий М.М., Борзих О.І., Вагалюк Л.В. Методологія оцінювання сучасного стану різноманіття ентомофауни агроландшафтів України // Агроекологічний журнал. 2015. № 2. С. 94–99.
7. Лісовий М.М., Сюткіна Н.Г., Вагалюк Л.В. Чисельність домінуючих видів ентомофауни герпетобіотів у агроценозах Лісостепу // Агроекологічний журнал. 2014. № 1. С. 43–48.
8. Stark JD, Vargas R, Banks JE. Incorporating ecologically relevant measures of pesticide effect for estimating the compatibility of pesticides and biocontrol agents. // J. Econ Entomol 2007. № 100, pp. 1027–1032.
9. Antwi FB, Peterson R.K.D. Toxicity of d-phenothrin and resmethrin to non-target insects // Pest Manag Sci. 2009. № 65. pp. 300–305.
10. James DG. Synthetic herbivore-induced plant volatiles as field attractants for beneficial insects // Environ Entomol 2003. № 32. pp. 977–982.
11. Biddinger DJ., Weber DC, Hull LA. Coccinellidae as predators of mites: stethorini in biological control // Biol Control. 2009. № 51. P. 268–282.
12. Hodek I, Honek A. Scale insects, psyllids, and whiteflies (Hemiptera: Sternorrhyncha) as prey of ladybirds // Biol Control 2009. № 51. P. 232–243.
13. O'Connell DM, Wratten SD, Pugh AR, Barnes A-M. New species association' biological control? Two coccinellid species and an invasive psyllid pest in New Zealand // Biol Control. 2012. № 62. P. 86–92.
14. Fazil Hasan, Mohd Shafiq Ansari Ecotoxicological hazards of herbicides on biological attributes of *Zygotoma bicolorata* Pallister (Coleoptera: Chrysomelidae) // Chemosphere. 2016. № 154. P. 398–407.
15. Смелянов И.Г., Загороднюк И.В., Хоменко В.М. Таксономічна структура і складність біотичних угруповань // Ecology and Noospherology. — 1999. V. 8, № 4. P. 6–17.
16. Розенберг Г.С. Несколько слов об индексе разнообразия Симпсона // Самарская Лука. 2007. Т. 16, № 3 (21). С. 581–584.

Інформація про автора

Мазур Світлана Олександрівна — науковий співробітник, Інститут агроекології і природоохористування НААН, (Україна, 03143, м. Київ, вул. Метрологічна, 12; e-mail: mazurlana@i.ua)

S.O. Mazur
researcher

Institute of Agroecology and Nature Management of NAAS
(Ukraine, 03143, Kyiv, 12 Metrologichna St.; e-mail: mazurlana@i.ua)

BIO-ORIENTATION OF HERPETOBIONS UNDER THE EFFECT OF GROUND HERBICIDES

One of the directions of modern biomonitoring of agroecosystems is the search for new approaches and certain biomarkers for the state of the ecosystem and the individual populations that are part of it. The viability of populations, as an integral indicator of their state, is a reliable biomarker, which gives an idea of the future fate of the population and the species as a whole. In addition, viability as a quantitative indicator of the survival rate of the population appears reflexive norms of the corresponding reactions of the organism to changes in the environment.

The impact of various chemicals caused by human activity at the population level and biocenosis, as well as the tolerance tolerance for all types and ecosystems, are not well-known and studied, therefore deep research is needed to assess the impact and provide a fundamental effective monitoring of the quality of the environment.

The integral indices of the herpesbiont groupings under conditions of use of soil herbicides are shown and their application creates selective conditions and leads to a decrease in the number of species of different taxonomic groups. It has been established that entomocomplexes of field ecosystems loaded with soil herbicides are characterized by a depleted level of species diversity, polydominance and leveling in numbers, compared to natural habitats.

Keywords: herpes botanical insects; agricultural landscaping; biodiversity; ecotone; entomocomplex

REFERENCES

1. Zlotin, A.Z., Markina, T.Iu. & Isichenko, N.V. (2014). Novye podkhody k monitoringu sostoianiia populiatsii nasekomykh v ekosistemakh [New approaches to monitoring the state of insect populations in ecosystems]. *Ukrainskii entomologichnyi zhurnal*. [Ukrainian Entomological Journal], 1 (8), 63–68. (In Ukr.)
2. Chernikov, V.A. & Cherkes, A.I. (2000). *Agroekologiya* [Agroecology]. M.: Kolos (In Ukr.)
3. Lobkov, V.T. (1999). Bioraznoobrazie v agroekosistemakh kak faktor optimizatsii biologicheskoi aktivnosti pochvy [Biodiversity in agro ecosystems as a factor for optimizing the biological activity of the soil]. *Pochvovedenie* [Soil science], 6, 732–737. (In Ukr.)
4. Puchkov, O.V. (2009). Zhuky-saprofahy (Insecta: Coleoptera) Ahrotsenoziv Ukrainy [Beetroot saprophagy (Insecta: Coleoptera) Agroecoziv Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni H.S. Skovorody* [Collection of scientific works of Kharkiv National Pedagogical University named after G.S. Pans], 11, 81–88. (In Ukr.)
5. Siutkina, N.H. & Lisovyi, M.M. (2013). Suchasnyi stan entomofauny herpetobiontiv v ahrolandshaftakh tsentralnoho Lisostepu [The current state of the entropy of herpetobionts in the agrolandscapes of the central forest-steppe]. *Visnyk ahraryoi nauky* [Bulletin of Agrarian Science], 11, 31–33. (In Ukr.)
6. Lisovyi M.M., Borzykh O.I. & Vahaliuk L.V. (2015). Metodolohiia otsiniuvannia suchasnoho stanu riznomanittia entomofauny ahrolandshaftiv Ukrainy [Methodology for assessing the state of entomophage diversity of agrolandscapes of Ukraine]. *Ahroekolohichniy zhurnal* [Agroecological journal], 2, 94–99. (In Ukr.)
7. Lisovyi, M.M., Siutkina, N.H. & Vahaliuk, L.V. (2014). Chyselnist dominuiuchykh vydiv entomofauny herpetobiontiv u ahrotsenozakh Lisostepu [The number of dominant species of entropophane herpetobionts in the agroecozones of the forest-steppe]. *Ahroekolohichniy zhurnal* [Agroecological journal], 1, 43–48. (In Ukr.)
8. Stark, J.D., Vargas, R. & Banks, J.E. (2007). Incorporating ecologically relevant measures of pesticide effect for estimating the compatibility of pesticides and biocontrol agents. *Econ Entomol*, 100, 1027–1032.
9. Antwi, F.B. & Peterson, R.K.D. (2009). Toxicity of d-phenothrin and resmethrin to non-target insects. *Pest Manag Sci*, 65, 300–305.
10. James, D.G. (2003). Synthetic herbivore-induced plant volatiles as field attractants for beneficial insects. *Environ Entomol*, 32, 977–982.

11. Biddinger, D.J., Weber, D.C. & Hull, L.A. (2009). Coccinellidae as predators of mites: stethorini in biological control. *Biol Control*, 51, 268–282.
12. Hodek, I. & Honek, A. (2009). Scale insects, psyllids, and whiteflies (Hemiptera: Sternorrhyncha) as prey of ladybirds. *Biol Control*, 51, 232–243.
13. O'Connell, D.M., Wratten, S.D., Pugh, A.R. & Barnes, A.M. (2012). New species association' biological control? Two coccinellid species and an invasive psyllid pest in New Zealand. *Biol Control*, 62, 86–92.
14. Fazil Hasan & Mohd Shafiq Ansari (2016). Ecotoxicological hazards of herbicides on biological attributes of *Zygogramma bicolorata* Pallister (Coleoptera: Chrysomelidae). *Chemosphere*, 154, 398–407.
15. Yemeljanov, I.H., Zahorodniuk, I.V. & Khomenko, V.M. (1999). Taksonomichna struktura i skladnist biotychnykh uhrupovan [Taxonomic structure and complexity of biotic groups]. *Ecology and Noospheerology*, 8, 4, 6–17.
16. Rozenberg, G.S. (2007). Neskolko slov ob indekse raznoobraziia Simpsona [A few words about the Simpson diversity index]. *Samarskaia Luka. [Samarskaya Luka]*, 16, 3 (21), 581–584.

Author

Mazur Svetlana Oleksandrivna — researcher, Institute of Agroecology and Nature Management of NAAS (Ukraine, 03143, Kyiv, 12 Metrologichna St.; mazurlana@i.ua)

НОВИНИ НОВИНИ

НОВИНИ • НОВИНИ • НОВИНИ

СТРАТЕГІЧНА ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА

Мінприроди на виконання Закону України «Про стратегічну екологічну оцінку», прийнятого у березні 2018 року, затверджено Методичні рекомендації із здійснення стратегічної екологічної оцінки документів державного планування. У зв'язку з цим Мінприроди направило офіційні листи до органів місцевого самоврядування, міських рад та обласних державних адміністрацій із роз'ясненнями щодо залучення громадськості під час реалізації процедури стратегічної екологічної оцінки.

Ухвалений Закон «Про стратегічну екологічну оцінку» містить вузьке визначення громадськості, яке може створити перепони у вільному доступі громадян до процедури СЕО. Зокрема, Закон стосується лише тих громадських організацій, що діють на відповідній території, на яку поширюється дія документа. Водночас міжнародні зобов'язання України передбачають можливість широкого залучення громадськості. Про це, зокрема, йдеться в Угоді про асоціацію між Україною та ЄС, а також у Протоколі про стратегічну екологічну оцінку до Конвенції про оцінку впливу на навколишнє середовище у транскордонному контексті.

У зв'язку з цим, Мінприроди звернуло увагу органів місцевого самоврядування, міських рад та обласних державних адміністрацій на те, що згідно з українським законодавством, якщо міжнародним договором передбачено інші правила, аніж законодавством України, повинні застосовуватись вимоги міжнародного договору. Отже, до процедури СЕО має залучатись якнайширше коло громадськості та заінтересованих сторін.

Згідно із законом громадськість має отримати вільний доступ та дієві механізми впливу на стратегічні рішення. Під час проведення СЕО велика увага приділяється збиранню інформації від місцевих мешканців про їх потреби, а також передбачено проведення громадських обговорень і консультацій, за необхідності — навіть транскордонних. Непроведення громадських слухань чи обговорень може бути підставою для оскарження таких рішень.